



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 12 843 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 L 5/04**  
G 01 L 1/04  
G 01 L 1/22  
G 01 B 7/16  
G 01 B 11/16

②1 Aktenzeichen: P 43 12 843.2  
②2 Anmeldetag: 20. 4. 93  
④3 Offenlegungstag: 27. 10. 94

DE 43 12 843 A 1

⑦1 Anmelder:  
Honigmann Industrielle Elektronik GmbH, 42289  
Wuppertal, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Füssel, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 42897 Remscheid

⑦2 Erfinder:  
Herhaus, Jürgen, 58256 Ennepetal, DE

⑤4 Zugkraftmeßeinrichtung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Zugkraftmeßeinrichtung für die Messung von Zugkräften laufender Endlosmaterialien, insbesondere Fäden oder Bahnen. Diese Zugkraftmeßeinrichtung sitzt auf einem ortsfest eingespannten Dorn und weist einen Einspannbereich sowie einen Lagerbereich auf, der in Kraft- richtung frei gegenüber dem Dorn beweglich ist. Einspann- bereich und Lagerbereich sind mittels Biegefedern miteinan- der verbunden.

DE 43 12 843 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zugkraftmeßeinrichtung zur Messung von Zugkräften von laufenden Endlosmaterialien, welche über eine Umlenkeinrichtung geführt sind und dort mit ihrer resultierenden Kraft auf den federnden Teil eines ortsfesten Meßkörpers einwirken, dessen dabei auftretende Verformung erfaßt und ausgewertet wird.

Eine solche Zugkraftmeßeinrichtung ist bekannt in der Verwendung als Bandzugmeßnabe mit einem Nabengehäuse, welches mittels eines ortsfesten Flansches am Maschinengestell festgelegt wird. In dem Gehäuse ist der Meßkörper angeordnet, welcher in einem Innendurchmesser eine Lagerung trägt. Diese Lagerung dient der Lagerung einer Welle, Walze oder dergleichen. Der Meßkörper ist einseitig fest im Gehäuse angeschlagen. Hieraus ergibt sich, daß derartige Bandzugmeßnaben nur bei endseitiger Lagerung verwendbar sind. Insbesondere ist eine fliegende Lagerung der Umlenkeinrichtung nicht möglich. Weiterhin wird bei dieser Bauform die maximal ertragbare Überlast durch das Gehäuse bestimmt. Deshalb ist die Dimensionierung des Gehäuses nach dem maximal möglichen Lastfall auszulegen.

Dies gilt auch, wenn man berücksichtigt, daß der Meßkörper gegenüber dem Gehäuse mit Anschlagsschrauben gegen Überlast gehalten wird. Es hat sich herausgestellt, daß sich die Anschlagsschrauben lösen können, sowohl durch den regulären Betrieb infolge von Vibrationen als auch durch unbefugtes Manipulieren. Außerdem zeigt sich, daß sich die Anschlagsschrauben bei häufigem Auftreten von Überlasten in den Meßkörper einarbeiten und sich deshalb der vorgegebene Maximalhub im Lauf der Zeit verändert. Will man diesen nachjustieren, so bleibt nur die Möglichkeit, die Verdrehsicherung der Schrauben bei ausgebautem Sensor zu zerstören und diesen in einem geeichten Prüfstand nachzujustieren.

Hieraus ergibt sich der Nachteil, daß, sofern hohe Überlasten zu erwarten sind, nur Sensoren mit relativ großen Gehäusen und / oder geringer Auflösung Verwendung finden können. Demzufolge ist bei diesen Bandzugmeßnaben die Auflösung abhängig von der maximalen Überlast.

Weiterhin ist aus der DE-OS 41 08 555 (= F5/1/3) eine Meßdose bekannt. Auch diese Meßdose verlangt nach endseitiger Befestigung. Eine fliegende Lagerung ist mit dieser Meßdose ebenfalls nicht möglich. Allerdings tritt bei dieser Meßdose eine erheblich verbesserte Überlastfähigkeit auf, da der Meßkörper einen integrierten Überlastanschlag besitzt. Dieser Überlastanschlag ist jedoch nur in der Meßrichtung wirksam, bzw. solange die Kraftrichtung im wesentlichen mit der Meßrichtung zusammenfällt.

Beiden bekannten Zugkraftmeßeinrichtungen ist zueigen, daß eine modulare Bauweise ermöglicht ist, diese jedoch ihre Grenzen an den oben gezeigten Nachteilen findet.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Zugkraftmeßeinrichtung zu schaffen, die eine modulare Bauweise ermöglicht, indem sowohl eine endseitige Befestigung, als auch eine fliegende Lagerung der Umlenkeinrichtung an ein und demselben Meßkörper vorgesehen werden kann, wobei insbesondere bei einfachster Fertigung nur ein einziges Prinzip verfolgt werden soll.

Diese Aufgabe wird bei der bekannten Zugkraftmeßeinrichtung dadurch gelöst, daß der Meßkörper mit einem Einspannbereich fest auf einem ortsfest einge-

spannten Dorn (Wellenachse) sitzt und einen Lagerbereich mit Wälzkörperlagerung für die Umlenkeinrichtung aufweist, der in Kraftrichtung frei beweglich gegenüber dem Dorn ist, wobei Einspannbereich und Lagerbereich über Biegefedern miteinander verbunden sind.

Aus der Erfindung ergibt sich der Vorteil, daß die Zugkraftmeßeinrichtung, nachfolgend auch Sensor genannt, eine kompakte Bauform aufweist.

Es ist wesentlich für die Erfindung, daß sie ohne zusätzliche Beanspruchung von Platz innerhalb aller bereits vorhandenen Befestigungsbauteile angewandt werden kann. Somit verbleibt die gesamte Befestigungsperipherie der Umlenkeinrichtung unverändert, wendet man die Erfindung zur Zugkraftmessung an. Zusätzliche, den Platzbedarf erweiternde Maßnahmen sind nicht erforderlich.

Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß die Messung mit einer variablen Winkeleinbaulage erfolgen kann. In diesem Fall hat die Erfindung nämlich richtig erkannt, daß der Meßkörper in beliebigem Drehwinkel auf dem Dorn befestigt werden kann. Außerdem läßt sich mit der Erfindung die Winkellage zwischen der Richtung der resultierenden Kraft und der Meßachse der Zugkraftmeßeinrichtung verstellbar vorsehen. Hierzu ist lediglich die Einspanneinrichtung für den Dorn drehbar zu lagern, so daß der Dorn zusammen mit der erfindungsgemäßen Zugkraftmeßeinrichtung bei Bedarf gedreht werden kann.

Hierauf wird noch eingegangen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil liegt darin, daß die bewegten und federnd gelagerten Massen sehr gering sind. Die bewegten Massen werden lediglich von der Masse der Umlenkeinrichtung und der Masse des Lagerbereichs mit dem jeweils zugehörigen Lager bestimmt. Der Dorn ist im Verhältnis zu diesen Massen mit einer erheblich größeren Masse ausgestattet, so daß er an einer etwaigen Schwingungsanregung praktisch unbeteiligt ist. Folglich läßt sich mit der Erfindung vorteilhaft die Eigenfrequenz des Systems erhöhen. Die damit erreichbare hohe Steifigkeit ist für derartige Sensoren erwünscht.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist die Möglichkeit, erstmalig einen Sensor zu haben, mit dem eine fliegende Lagerung realisierbar ist, und dies bei exakter Einhaltung der reproduzierbaren Meßgenauigkeit unabhängig von der Krafteinleitungsstelle, wie im folgenden noch gezeigt wird.

Der Vorteil, der sich hieraus ergibt, liegt in einer vereinfachten Lagerhaltung mit einer sehr geringen Anzahl unterschiedlicher Baugrößen, die trotzdem den gesamten geforderten Meßbereich abdeckt. Dieser Vorteil wird unter anderem dadurch unterstützt, daß mit der Erfindung, sofern der Dorn drehbar gelagert ist, die Nennmeßkraft durch einfache Einstellung eines Winkels zwischen der Meßachse und der Richtung der resultierenden Kraft vorbestimmt werden kann.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt in der Hebelarm-unabhängigen Messung beim Einsatz zur Bahnzugmessung. Die Erfindung macht sich dann nämlich die Erkenntnis zunutze, daß die zu messende Kraft stets auf beide Sensoren einwirkt und zwar mit konstanter Summe durch Addition beider Meßsignale. Unabhängig von der Stelle der Krafteinleitung in die Umlenkeinrichtung wird die Kraft nämlich stets durch Summenbildung erfaßt.

Die Weiterbildung nach Anspruch 2 bietet den Vorteil, daß die maximale Überlast, welcher der Sensor

standzuhalten hat, nicht vom Sensor bestimmt wird, sondern lediglich von der Dimensionierung und Festigkeit des Dorns. Demzufolge ist auch bei hohen zu erwartenden Überlasten die Möglichkeit sehr feiner Auflösung für die zu messenden Nennlasten gegeben, ohne den Meßkörper auf die Überlast auslegen zu müssen. Die Baugröße ist somit unabhängig von der Überlast. Außerdem ist ein wesentlicher Vorteil darin zu sehen, daß der Überlastanschlag in jedem Winkel innerhalb eines Vollkreises von 360 Grad wirkt. Bei dem bekannten Sensor wirkt der durch die Anschlagsschrauben definierte Überlastanschlag lediglich in Längsrichtung der Schrauben. Erfahrungsgemäß tritt jedoch eine Überlast stets aus unvorhersagbarer Richtung auf, so daß der Überlastanschlag des bekannten Sensors nur in einer sehr geringen Zahl von Überlastfällen voll wirksam sein kann.

Die Merkmale des Anspruchs 3 betreffen eine Weiterbildung mit dem Vorteil, daß sich hieraus ein sogenannter Doppelbiegebalken erzeugen läßt. Dessen Vorteile sind jedoch allgemein bekannt. Deshalb soll hierauf nicht weiter eingegangen werden.

Die freien Enden der Biegefedern sind mit dem Lagerbereich der Wälzkörperlagerung verbunden. Dieser Lagerbereich übernimmt die Funktion des starren Lenkers für beide Doppelbiegebalken. Die Weiterbildung nach Anspruch 4 bietet den Vorteil, daß sich derartige Sensoren ohne weiteres in großen Stückzahlen und im Durchlaufverfahren auf entsprechend programmierbaren Maschinen herstellen lassen.

Die damit erzeugbare gleichbleibende Federsteifigkeit einer Vielzahl von Sensoren kommt der Forderung nach universellen und austauschbaren Funktionsmodulen vorteilhaft entgegen.

Die Weiterbildung nach Anspruch 5 dient der Erhöhung der Empfindlichkeit. Mit diesen Maßnahmen wird eine Beseitigung des Rohrquerschnitts in den elastischen Zonen erreicht, so daß die Zonen linear elastisch verformt werden. Dazwischenliegende Bereiche können jedoch zur Erhöhung der Steifigkeit mit einem entsprechenden Querschnitt höheren Widerstandsmoments versehen werden.

Die Merkmale des Anspruchs 6 dienen einer einfachen Montage ebenso, wie der einfachen Auswechselbarkeit. Hierzu bieten sich insbesondere die Weiterbildungen nach den Ansprüchen 7 und 8 an.

Die Weiterbildung nach Anspruch 9 betrifft eine Zugkraftmeßeinrichtung, die zur Zugkraftmessung bahnförmigen Gutes geeignet ist.

In diesem Fall ist ein Paar von Meßkörpern von jeweils einer der offenen Walzenseiten in das Walzeninnere hineinragend angeordnet und auf jeweils einem separaten, frei auskragenden Dorn gelagert.

Eine andere Ausführungsform sieht vor, den Dorn durchgehend auszugestalten und an beiden Enden jeweils fest einzuspannen. Andererseits sitzen jedoch die beiden Meßkörper paarweise auf dem Dorn und tragen die Wälzkörperlagerung für die Umlenkwalze.

Die Weiterbildung nach Anspruch 10 bietet erstmals die Möglichkeit, eine Umlenkwalze mit Hebelarm-unabhängigem Meßergebnis fliegend zu lagern.

Hierbei kommt der Weiterbildung nach Anspruch 10 besonderes Augenmerk zu. In diesem Fall läßt sich nämlich mit Hilfe der Erfindung eine Bahnzugmessung mit einem einzigen Sensor zuverlässig durchführen, wobei allerdings die axiale Länge der Umlenkwalze notwendigerweise begrenzt sein muß. Diese Weiterbildung bietet sich vorteilhaft dann an, wenn man übersehen kann, daß

die zu messende Kraft stets an der gleichen Stelle in den Sensor eingeleitet wird.

Diesen drei Ausführungsformen kommt die Weiterbildung nach Anspruch 12 zugute, womit eine Verschmutzung des Walzeninneren vermieden wird.

Anspruch 13 betrifft eine Weiterbildung mit spiel freier Passung zwischen Dorn und Meßkörper, so daß bereits mit geringen Klemmkraften ein fester Sitz des Meßkörpers auf dem Dorn gewährleistet ist. Die geringen Klemmkraften bewirken geringe Materialverspannungen und ermöglichen somit hohe Meßgenauigkeit.

Durch diese Merkmale kann der Sensor sehr leicht und kompakt ausgeführt werden, und dies mit hoher Steifigkeit und hoher Eigenfrequenz.

Die Weiterbildung nach Anspruch 14 bietet den Vorteil, daß sich die Erfindung die, an sich bekannte, Stützwirkung eines Werkstoffs zunutze macht. Diese Stützwirkung beruht, wie an sich bekannt, darauf, daß die äußeren Materialsichten des Dornes eine höhere Festigkeit besitzen als der Dorn im Bereich seiner neutralen Faser.

Demzufolge wirkt der Dorn steifer und stabiler und kann bei gleicher Baugröße höhere Lasten aufnehmen.

Als Härteverfahren kommen insbesondere die Oberflächenhärteverfahren wie Nitrieren oder Abschrecken in Frage.

Die Weiterbildung nach Anspruch 15 bietet den Vorteil der einfachen Herausführung der elektrischen Verbindungsleitungen aus dem Bereich des Meßkörpers.

Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, die Verformung des Meßkörpers optisch oder kapazitiv, das heißt berührungslos, zu erfassen.

Die Ausführungsform nach Anspruch 15 kann zum Beispiel als sogenannte Wheatstone'sche Vollbrücke realisiert werden, die bereits bei geringen Verstimmungen zu einem zuverlässigen Ausgangssignal führt.

Hierzu bietet die Weiterbildung nach Anspruch 16 den Vorteil, daß die Verbindungsleitungen unsichtbar verlegt werden können.

Die Weiterbildung nach Anspruch 17 ist mit einfachen Mitteln zu fertigen.

Die Weiterbildungen nach den Ansprüchen 18—20 betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen.

Die Weiterbildung nach Anspruch 20 ermöglicht sowohl das berührungslose Abtasten des Belastungsweges als auch den Einsatz von kapazitiven, induktiven Meßwertaufnehmern oder Hall — Elementen zur Verwendung im Sinn der Erfindung. Gleichsam kann ein berührungsloses Laser — Abtastsystem von Vorteil sein.

Wesentlich ist, daß die Wegerfassung nicht zwangsläufig an den Biegefedern erfolgen muß, sondern grundsätzlich an allen bewegbaren Teilen der Zugkraftmeßeinrichtung stattfinden kann.

Die Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 22 ermöglicht, daß der Meßbereich des Sensors durch einfaches Verdrehen zwischen der Richtung der angreifenden Kraft und der Meßachse beliebig eingestellt werden kann. Hierdurch lassen sich mit einer sehr geringen Anzahl von Meßkörpern praktisch alle auftretenden Meßbereiche abdecken.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Umlenkeinrichtung für einen Faden.

Fig. 1a ein Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 mit einem drehbar gelagerten Dorn.

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel entsprechend

Fig. 1 mit einem Anschlag am Dorn.

Fig. 3 eine Detailansicht des Meßkörpers in Seitenansicht.

Fig. 4 eine Ansicht von oben des Meßkörpers gemäß Fig. 3.

Fig. 5 eine Detailansicht des zweiteiligen Meßkörpers in Seitenansicht.

Fig. 6 eine axiale Aufsicht des Ausführungsbeispiels nach Fig. 5.

Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer auskragend gelagerten Bahnumlenkwalze.

Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer beidseitig gelagerten Bahnumlenkwalze.

Fig. 8a ein Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8 mit drehbar gelagertem Dorn.

Fig. 9 ein Ausführungsbeispiel mit einer beidseitig auskragend gelagerten Bahnumlenkwalze.

Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Dorn mit Längsschlitz zur Kabelverlegung.

Fig. 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit zentraler Kabelverlegung.

Fig. 12 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit Bahnumlenkwalze und einem einzigen Sensor.

Sofern im folgenden nichts anderes gesagt ist, gilt die nun folgende Beschreibung stets für alle Fig. 1—12.

Die Figuren zeigen eine Zugkraftmeßeinrichtung 1 zur Messung von Zugkräften an laufenden Endlosmaterialien, welche über eine Umlenkeinrichtung 2 geführt sind und dort mit ihrer resultierenden Kraft auf den federnden Teil eines ortsfesten Meßkörpers einwirken, dessen dabei auftretende Verformung erfaßt und ausgewertet wird.

Eine derartige Zugkraftmeßeinrichtung ist z. B. gemäß Fig. 1 und 2 mit einer Umlenkrolle 4 für einen laufenden Faden 31 versehen. Im Fall der Fig. 7 ist die Umlenkeinrichtung als Umlenkwalze 5 ausgebildet, welche der Umlenkung einer laufenden Bahn 32 dient.

Im vorliegenden Fall ist jeder Meßkörper 3 mit einem Einspannbereich 6 und einem Lagerbereich 7 versehen. Der Einspannbereich 6 und der Lagerbereich 7 sind vorzugsweise zueinander koaxial und konzentrisch ausgebildet und über die Biegefedern 10, auf welche noch genauer eingegangen wird, miteinander verbunden.

Der Einspannbereich weist eine Innenbohrung für den Dorn auf. Der Lagerbereich bildet auf seinem Außenumfang einen Lagersitz für Wälzkörperlagerung.

Jeder Meßkörper 3 sitzt nun mit seinem Einspannbereich 6 fest auf einem ortsfest eingespannten Dorn 8, der die Wellenachse für die Umlenkeinrichtung, nämlich die Umlenkrolle 4 bzw. die Umlenkwalze 5, bildet.

An dem Lagerbereich des Meßkörpers 3 ist eine Wälzkörperlagerung vorgesehen, die aus einem Wälzlager 9 besteht, an welchem die Umlenkeinrichtung 4, 5 drehbar gelagert ist.

Mit dem Einspannbereich 6 ist der Meßkörper 3 derart fest an dem Dorn 8 angebracht, daß der Lagerbereich 7 gegenüber dem Dorn 8 wenigstens in Richtung der resultierenden Kraft, mit welcher das Endlosmaterial am Lagerbereich angreift, frei beweglich ist. Es ist ersichtlich, daß das Endlosmaterial die Umlenkeinrichtung teilweise umschlingt, und somit mit einer resultierenden Kraft an der Umlenkeinrichtung angreift. Hierauf soll jedoch nicht weiter eingegangen werden, da dies allgemein bekannt ist.

Im Fall des Ausführungsbeispiels nach Fig. 1 ist der Lagerbereich 7 gegenüber dem Dorn 8 vollkommen frei beweglich. Eine derartige Zugkraftmeßeinrichtung ist dann zu wählen, wenn die Gefahr einer Überlastung des

Meßkörpers 3 nicht besteht. Dies kann zum Beispiel bei sehr dünnen Fäden mit lediglich geringer Reißfestigkeit der Fall sein, wenn zu erwarten ist, daß vor einer Überlastung des Sensors ein Fadenriß auftritt.

Für bestimmte Anwendungsfälle kann es jedoch vorteilhaft sein, eine Überlastsicherheit vorzusehen. In diesem Fall bieten sich die Ausführungsbeispiele gemäß Fig. 2 bis 9 an.

In diesem Fall sind nämlich Dorn 8 und Meßkörper 3 derart zueinander angeordnet, daß der Lagerbereich 7 einen durch Anschlag am Dorn 8 begrenzten Hub ausführt. Wie sich erkennen läßt, ist der Lagerbereich ringförmig ausgebildet und trägt auf seinem Außenumfang das Wälzlager 9. Die Innenbohrung des Lagerbereichs 7 ist mit einem Durchmesser ausgestattet, der gegenüber dem Außendurchmesser des Dornes 8 geringfügig größer ist.

In diese Bohrung des Lagerbereichs 7 stößt der Dorn 8 mit seinem freien Ende hinein.

Es ist ersichtlich, daß zwischen dem Innendurchmesser des Lagerbereichs 7 und dem Dorn 8 ein Ringspalt 11 verbleibt, der im Normallastfall berührungsfrei ist.

Tritt jedoch, aus welchen Gründen auch immer, eine Überlast auf, so wird der Lagerbereich 7 zunächst innerhalb des freien Hubes 12, den der Ringspalt 11 gewährleistet, soweit ausfedern, daß er auf den Anschlag 13 trifft, den der Dorn 8 mit seinem freien Ende bietet. Dabei erfolgt ein flächiges Anliegen der beiden Anschlagzonen gegeneinander. Somit läßt sich bei geringer Flächenpressung eine gute Kraftverteilung erzielen.

In diesem Fall liegt der Lagerbereich 7 nun auf dem Anschlag 13 auf. Eine weitere Belastung des Lagerbereichs wird also ohne weitere Verformung der Biegefedern unmittelbar in das freie Ende des Dornes 8 eingeleitet, der im Verhältnis zu den Biegefedern 10 so stabil ist, daß er dieser Last spielend standhält. Eine Deformation der Biegefedern 10 außerhalb des elastischen Bereichs ist somit vollkommen ausgeschlossen.

Der Meßkörper ist somit nicht im Hinblick auf Überlasten zu dimensionieren, sondern lediglich im Hinblick auf die Größe der zu messenden Kraft.

Wie weiterhin aus den Fig. 3 und 4 zu erkennen ist, sind Einspannbereich 6 und Lagerbereich 7 durch zwei bezüglich der Dornachse (strichpunktierte Linie) diametrale Biegefedern 10 verbunden. Die Biegefedern 10 sind gleichartig ausgebildet und erstrecken sich vom Einspannbereich 6 zum Lagerbereich 7 beidseits der Oberfläche des Dornes 8 und mit Abstand zu dieser. Im Lagerbereich sind sie mit dem als Lenker wirkenden zylindrischen Ende des Meßkörpers 3 verbunden. Im Einspannbereich sitzen sie fest an dem ebenfalls zylindrischen Einspannteil des Meßkörpers 3. Auf diese Weise werden Doppelbiegebalken gebildet, deren Vorteile hinlänglich bekannt sind. Auf diesen an sich bekannten Sachverhalt wird deshalb nicht weiter eingegangen.

Es ist jedoch ersichtlich, daß der Meßkörper 3 aus einem einstückigen rohrförmigen Teil besteht, aus welchem die Biegefedern 10 durch sekantiale Ausnehmungen 14 aus den Rohrwandungen erzeugt wurden, gegebenenfalls mit Rundungsradien endseitig. Wie hierzu Fig. 4 erkennen läßt, die eine Ansicht des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3 aus Richtung IV ist, wurden aus dem einstückigen, ursprünglich rohrförmigen Teil, z. B. mit Hilfe eines Fräasers, die Ausnehmungen 14 sekantial herausgetrennt, wodurch lediglich die schmalen Biegefedern stehengeblieben sind, deren Verformung letztlich gemessen und ausgewertet wird.

Es ist ersichtlich, daß man mit der Tiefe T der sekan-

tialen Ausnehmungen die Empfindlichkeit des Sensors beeinflussen kann. Eine weitere Möglichkeit der Beeinflussung liegt darin, daß die Biegefedern senkrecht zu der Ebene der Ausnehmung sekantial abgeflacht sein können. Wie hierzu Fig. 3 zeigt, können die Biegefedern sowohl vom Rohinneren als auch vom Rohraußenmantel her abgeflacht sein. In diesen Fällen wird die ursprünglich gekrümmte Rohrmantelkontur der Biegefedern zu einer Kontur rechteckigen Querschnitts mit dem Vorteil einer linearen und genau reproduzierbaren Verformung.

Hierin ist, darauf soll besonders hingewiesen werden, ein wesentlicher Vorteil der Erfindung zu sehen, da mit einfachsten Fertigungsverfahren ein vielseitig verwendbarer Sensor erzeugt wird.

Wie die Fig. 3 bis 6 insbesondere zeigen, ist es vorteilhaft, wenn der Einspannbereich 6 am Dorn 8 mit einer Klemmbefestigungseinrichtung 16 angebracht ist.

Die Fig. 3 und 4 unterscheiden sich jedoch von dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 5 und 6. Während bei den Ausführungsbeispielen nach Fig. 3 und 4 der Einspannbereich 6 einen radial verlaufenden Schlitz, der den Dorn schneidet, aufweist, so daß beidseits der Schlitzebene ein Flansch 19a, sowie ein Flansch 19b stehenbleiben, die mittels einer Achsialschraube 18 gegeneinander verspannt werden, so ist das Ausführungsbeispiel nach den Figuren 5 und 6 zweiteilig ausgebildet. Hierauf wird im folgenden noch eingegangen werden. Es ist ersichtlich, daß nach dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 der unmittelbar mit den Biegefedern 10 verbundene Flansch 19a mit einem Innengewinde versehen ist, während der andere der beiden Flansche lediglich eine Spannfläche aufzuweisen braucht. In den Flansch mit der Spannfläche ist eine Durchgangsbohrung eingebracht, welche koaxial zu der Gewindebohrung des Flansches 19a liegt. Die eingesteckte Schraube ist mit ihrem Gewinde lediglich in dem Gewinde des Flansches 19a verschraubt und besitzt endseitig ein gewisses Spiel zum Ende der Gewindesackbohrung.

Hierdurch läßt sich die Schraube frei anziehen und eine Klemmbefestigung des Einspannbereichs 6 erzielen. Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 bzw. Fig. 6, ist, wie gesagt, zweiteilig. Die radiale Teilungsebene ist mit 20 gekennzeichnet. In diesem Fall ist auf dem Dorn 8 ein Klemmring 22 aufgebracht, der an seinen beiden stirnseitigen Enden konisch verjüngt ist. Jeder der beiden Teile des Einspannbereichs 7 ist von der Teilungsebene ausgehend zunächst einmal geradzylindrisch angebohrt mit einem Innendurchmesser, welcher dem geradzylindrischen Außendurchmesser des Klemmrings 22 entspricht. Die Gesamtlänge der beiden geradzylindrischen Bohrungen ist etwas geringer als die geradzylindrische Länge des Klemmrings 22, so daß zwischen den beiden Teilen des Einspannbereichs 6 ein Ringspalt verbleibt. Mit ihren inneren Bereichen sind diese beiden Teile mit einer konisch verjüngten Kegelbohrung versehen, deren Bohrungswinkel dem Konuswinkel des Klemmrings 22 im wesentlichen entspricht. Der so entstehende Einspannbereich 6 wird mittels der, vorzugsweise symmetrisch, vorzugsweise ringförmig angeordneten Achsialschrauben 18 gegen die sich konisch erweiternden Bereiche des Klemmrings 22 gepreßt, wodurch beim axialen Zug der Spannschrauben eine Klemmwirkung entsteht, welche den Meßkörper 3 mit seinem Einspannbereich 6 fest auf dem Dorn 8 fixiert.

Wie weiterhin Fig. 6 zeigt, ist es vorteilhaft, den Klemmring 22 in Längsrichtung zu schlitzen. (Längsschlitz = 33), um einerseits die Montage leicht durch-

führen zu können und andererseits eine radiale Pressung des Klemmrings 22 auf dem Dorn 8 zu ermöglichen, wenn die Achsialschrauben 18 angezogen werden.

Wie weiterhin Fig. 6 zeigt, kann wenigstens einer der einzelnen Teile des Einspannbereichs 6 mit einem Abdrückgewinde 34 versehen sein, um die Demontage des Meßkörpers 3 zu erleichtern.

Die Fig. 7—9 zeigen darüber hinaus, daß die Umlenk-einrichtung 2 als Umlenkwalze 5 ausgebildet ist, welche an zwei Meßkörpern 3 gelagert ist, die auf einem gemeinsamen Dorn 8 oder auf zwei Dornen 8 angeordnet sind. Im Fall des Ausführungsbeispiels nach Fig. 7 sind die beiden Meßkörper 3 einspannseitig und endseitig an einem einzigen Dorn 8 angeordnet, der lediglich von einer Stirnseite in die Umlenkwalze 4 hineinragt. Diese Umlenkwalze ist also fliegend gelagert. Dabei sitzen, wie sich aus Fig. 7 erkennen läßt, die beiden Meßkörper so, daß sie mit ihren Einspannbereichen 6 jeweils der festen Einspannstelle des Dornes 8 zugewandt sind. Hierdurch ergeben sich die geringstmöglichen Biegemomente für den Dorn 8.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8 ist der Dorn 8 beidseitig ortsfest gelagert und durchstößt hierzu die beiden stirnseitigen Öffnungen der Umlenkwalze 5.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel zeigt Fig. 9. In diesem Fall ragt in jeweils eine der stirnseitigen Öffnungen der Umlenkwalze 5 ein separater Dorn 8 hinein. Die Dorne 8 berühren sich einander nicht.

Es ist ein wesentlicher Vorteil für die Erfindung, daß für diese Ausführungsfälle gemäß den Fig. 7—9 die in die Meßkörper 3 eingeleitete Kraft unabhängig vom Ort der Einleitung ist. Dies folgt daraus, daß die Signale, die von den Meßstellen der einzelnen Meßkörper 3 ausgehen, elektrisch addiert werden. Somit erfolgt stets eine Summenmessung der eingeleiteten Kraft und zwar im Ergebnis unabhängig von der Einleitungsstelle.

Weiterhin können die Meßkörper 3 relativ zueinander so verdreht werden, oder so zueinander verdrehbar sein, daß jeder der Meßkörper in einer anderen Ebene mißt. Das kann z. B. für eine Bahnkantensteuerung nützlich sein.

Wie die Figuren weiterhin zeigen, sitzt auf jeder der Biegefedern 10 jeweils ein Paar von sogenannten Dehnungsmeßstreifen (DMS). Jeweils vier derartige Dehnungsmeßstreifen können zu einer sogenannten Wheatstone'schen Vollbrücke zusammengeschaltet werden, die bereits bei geringen Verstimmungen ein genaues und großes Meßsignal liefert. Hierfür müssen innerhalb oder außerhalb der Meßkörper 3 die notwendigen elektrischen Leitungen verlegt werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung ergibt sich deshalb aus den Figuren 10 und 11.

Wie man nämlich dort erkennt, können die elektrischen Verbindungsleitungen 25 von den Meßwertnehmern, den DMS 24, entlang des Dornes 8 nach außen geführt werden. Hierzu weist nach dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 10 der Dorn eine Längsausnehmung 26 auf, die als Oberflächenlängsschlitz 27 ausgebildet ist.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 11 unterscheidet sich hiervon. In diesem Fall ist die Längsausnehmung eine Längsbohrung 28, welche hier zentral zur Dornachse ausgebildet ist.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 ist der Oberflächenlängsschlitz mit einem hinterschnittenen Querschnitt ausgebildet, in welchem eine Abdeckung 29 einrastend angebracht wurde. Gegebenenfalls können, wie man sich leicht vorstellen kann, zwei derartige Oberflächenlängsschlitze 27 in einer zur Richtung der angrei-

fenden Kraft F senkrecht liegende Ebene 30 angeordnet werden. Diese Oberflächenlängsschlitze 27 sind also paarweise vorhanden und liegen sich in der biege-neutralen Ebene 30 diametral gegenüber.

Wie weiterhin erkennbar ist, weist der Dorn 8 in allen Ausführungsbeispielen einen kreisrunden Querschnitt auf, und der Einspannbereich 6 besitzt einen Bohrungsdurchmesser, der dem Außendurchmesser des Sitzes auf dem Dorn angepaßt ist.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 bzw. 6 dient als Sitz der Außendurchmesser des Klemmrings 22, während dies im Fall des Ausführungsbeispiels nach Fig. 3 bzw. 4 unmittelbar die Dornoberfläche ist.

Wie man sich weiterhin vorstellen kann, kann im Eintrittsbereich des Dorns in die Umlenkwalze ein in Drehrichtung der Umlenkwalze nach außen förderndes Abweissgewinde 23 vorgesehen sein.

Zusätzlich zu dem bisher Gesagten zeigen die Fig. 1a und 8a Zugkraftmeßeinrichtungen, bei denen die Winkellage zwischen der resultierenden Kraft und der Meßachse der Zugkraftmeßeinrichtung durch Drehung des Dorns in einer drehbar gelagerten Einspanneinrichtung verstellbar ist.

Hierzu ist die Einspanneinrichtung des Dorns gegenüber dem Maschinengestell drehbar gelagert (35), wobei die jeweilige Drehstellung über einen starr mit dem Dorn verbundenen Hebel (36) und eine entsprechende Anlenkung (37) verändert werden kann. Es soll ausdrücklich gesagt sein, daß die Drehstellung einerseits fest vorgegeben werden kann, um z. B. den Meßbereich des Sensors festzulegen, und daß andererseits die Drehstellung auch während des Betriebes leicht von außen beeinflußt werden kann. Diesen Vorteil bietet die Erfindung im Gegensatz zu allen bislang bekannten Zugkraftsensoren.

Darüber hinaus zeigt Fig. 12 eine Zugkraftmeßeinrichtung, bei welcher die Umlenkeinrichtung als Umlenkwalze ausgebildet ist die an lediglich einem einzigen Meßkörper gelagert ist. Hierzu ist der Lagerbereich des Meßkörpers entsprechend breit zur Aufnahme eines entsprechend breiten zweireihigen Lagers oder, wie hier beispielhaft, zur Aufnahme von zwei zueinander beabstandeten einreihigen Lagern ausgelegt, um etwaige Kippmomente abzufangen.

Vorteilhafterweise bietet es sich an, die Geometrien so aufeinander abzustimmen, daß die resultierende Kraft im wesentlichen in der Mitte der Biegefedern 10 angreift, sofern davon ausgegangen werden kann, daß die Lage der resultierenden Kraft dort liegt und sich nicht verändert.

Die Ausführungsbeispiele der Erfindung dienen lediglich der Erläuterung und sollen nicht zur Einschränkung der Erfindung auf die gezeigten Fälle gegeben worden sein.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Zugkraftmeßeinrichtung
- 2 Umlenkeinrichtung
- 3 Meßkörper
- 4 Umlenkrolle
- 5 Umlenkwalze
- 6 Einspannbereich
- 7 Lagerbereich
- 8 Dorn
- 9 Wälzlager
- 10 Biegefeder
- 11 Ringspalt

- 12 Hub
- 13 Anschlag
- 14 sekantiale Ausnehmung
- 15 Abflachung
- 16 Klemmbefestigungseinrichtung
- 17 Radialschlitz
- 18 Axialschraube
- 19a Flansch mit Gewinde
- 19b Flansch mit Spannfläche
- 20 Teilungsebene
- 21 konischer Bereich
- 22 Klemmring
- 23 Abweissgewinde
- 24 Dehnungsmeßstreifen (DMS)
- 25 Verbindungsleitungen
- 26 Längsausnehmung
- 27 Oberflächenlängsschlitz
- 28 Längsbohrung
- 29 Abdeckung
- 30 biege neutrale Ebene
- 31 Faden
- 32 Bahn
- 33 Längsschlitz
- 34 Abdrückgewinde
- 35 Lagerung
- 36 Hebel
- 37 Anlenkung
- T Tiefe

#### Patentansprüche

1. Zugkraftmeßeinrichtung zur Messung von Zugkräften an laufenden Endlosmaterialien, welche über eine Umlenkeinrichtung geführt sind und dort mit ihrer resultierenden Kraft auf den federnden Teil eines ortsfesten Meßkörpers einwirken, dessen dabei auftretende Verformung erfaßt und ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßkörper mit einem Einspannbereich fest auf einem ortsfest eingespannten Dorn (Wellenachse) sitzt und einen Lagerbereich mit Wälzkörperlagerung für die Umlenkeinrichtung aufweist, der in Kraftrichtung frei beweglich gegenüber dem Dorn ist, und daß Einspannbereich und Lagerbereich über wenigstens eine Biegefeder miteinander verbunden sind, vorzugsweise einstückig.
2. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Dorn und Meßkörper derart zueinander angeordnet sind, daß der Lagerbereich einen durch Anschlag am Dorn begrenzten Hub ausführt.
3. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Einspannbereich und Lagerbereich durch zwei, bezüglich der Dornachse im wesentlichen diametrale Biegefedern verbunden sind.
4. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkörper aus einem einstückigen rohrförmigen Teil besteht, und daß die Biegefedern sekantiale Ausnehmungen aus den Rohrwandungen sind.
5. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Biegefedern senkrecht zur Ebene der Ausnehmung wenigstens bereichsweise sekantial abgeflacht sind.
6. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspannbereich am Dorn mit einer Klemmbefesti-

gungseinrichtung angebracht ist.

7. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspannbereich einen radial verlaufenden und den Dorn schneidenden Schlitz aufweist, und daß quer zur Ebene des Schlitzes eine axiale Spannvorrichtung die beidseits des Schlitzes verbleibenden Flansche gegeneinander verspannt.

8. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspannbereich in eine Radialebene geteilt ist, wobei jeder der beiden Teile eine von der Teilungsebene konisch verjüngte Bohrung für den Dorn aufweist, und daß der Dorn einen beidseits konischen Klemmring trägt, gegen welchen die beiden Teile axial verspannbar sind.

9. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlenkeinrichtung als Umlenkwalze ausgebildet und an zwei Meßkörpern gelagert ist, die an jeweils einem und von jeweils einer Stirnseite frei in die Umlenkwalze hineinragenden Dorn angeordnet sind.

10. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlenkeinrichtung als Umlenkwalze ausgebildet und an zwei Meßkörpern gelagert ist, die an einem einzigen von lediglich einer Stirnseite in die Umlenkwalze hineinragenden Dorn einspannseitig und endseitig angeordnet sind.

11. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlenkeinrichtung als Umlenkwalze ausgebildet und an einem einzigen Meßkörper gelagert ist, dessen Lagerbereich zur Aufnahme eines Kippmoment-stabilen Lagers vorgesehen ist, wobei der Meßkörper an einem einzigen von lediglich einer Stirnseite in die Umlenkwalze hineinragenden Dorn angeordnet ist, und wobei vorzugsweise die Angriffsebene der resultierenden Kraft in der mittleren Normalebene der Biegefedern liegt.

12. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 9, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Eintrittsbereich des Dornes in die Umlenkwalze ein nach außen förderndes Abweisgewinde angeordnet ist.

13. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Dorn kreisrunden Querschnitt hat, und daß der Einspannbereich eine Bohrung aufweist, deren Innendurchmesser dem Außendurchmesser des Dornes entspricht.

14. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Dorn eine gegenüber seinem Kern gehärtete Oberfläche aufweist.

15. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Biegefedern mit elektrischen Meßwertaufnehmern bestückt sind, und daß elektrische Verbindungsleitungen von den Meßwertaufnehmern entlang des Dornes nach außen geführt sind.

16. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Dorn eine Längsausnehmung aufweist, innerhalb dessen die Verbindungsleitungen geführt werden.

17. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsausnehmung ein Oberflächenlängsschlitz am Dorn ist.

18. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 17, da-

durch gekennzeichnet, daß der Oberflächenlängsschlitz einen hinterschnittenen Querschnitt aufweist und mit einer einrastenden Abdeckung versehenbar ist.

19. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Oberflächenlängsschlitz im wesentlichen in der biege neutralen Dornebene angeordnet ist.

20. Zugkraftmeßeinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Oberflächenlängsschlitz paarweise vorhanden und zueinander paarweise diametral angeordnet ist.

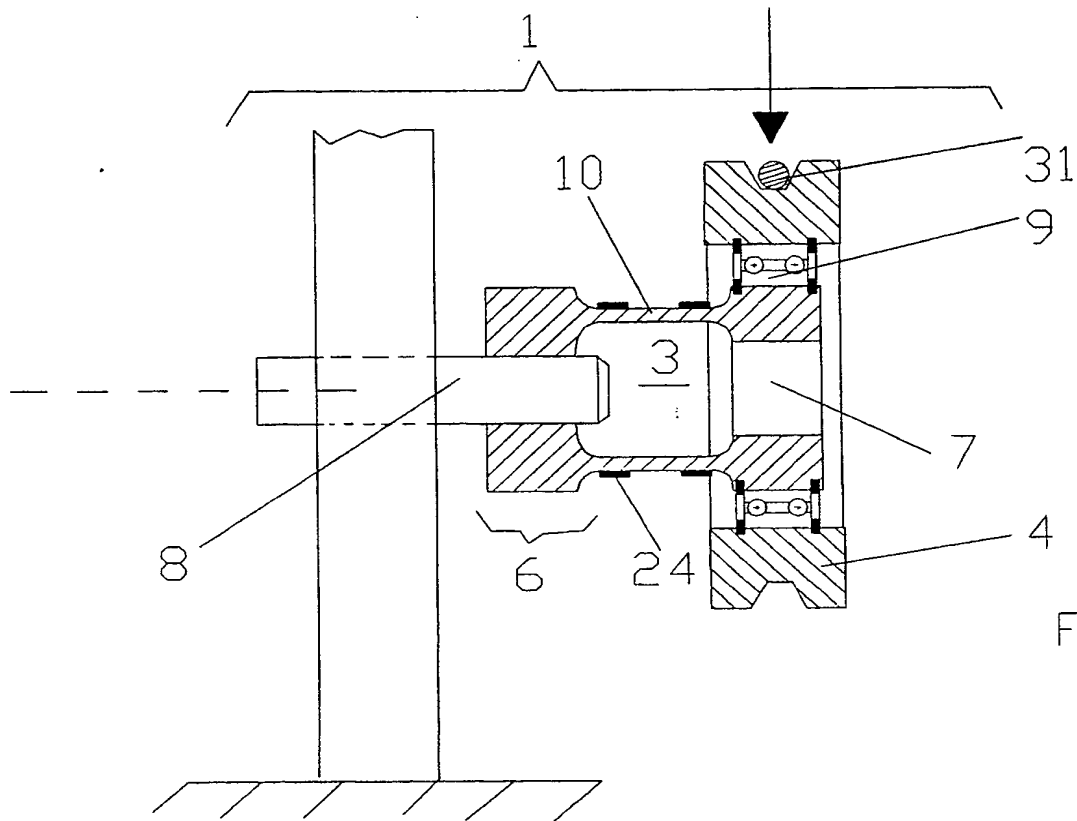
21. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der zusammen mit dem Lagerbereich bewegbare Bereich der Zugkraftmeßeinrichtung mit wenigstens einem Wegerfassungssensor versehen ist, der die Verformung des Meßkörpers erfaßt und auswertet.

22. Zugkraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkellage zwischen der resultierenden Kraft und der Meßachse der Zugkraftmeßeinrichtung durch Drehung des Dorns in einer drehbar gelagerten Einspanneinrichtung verstellbar ist.

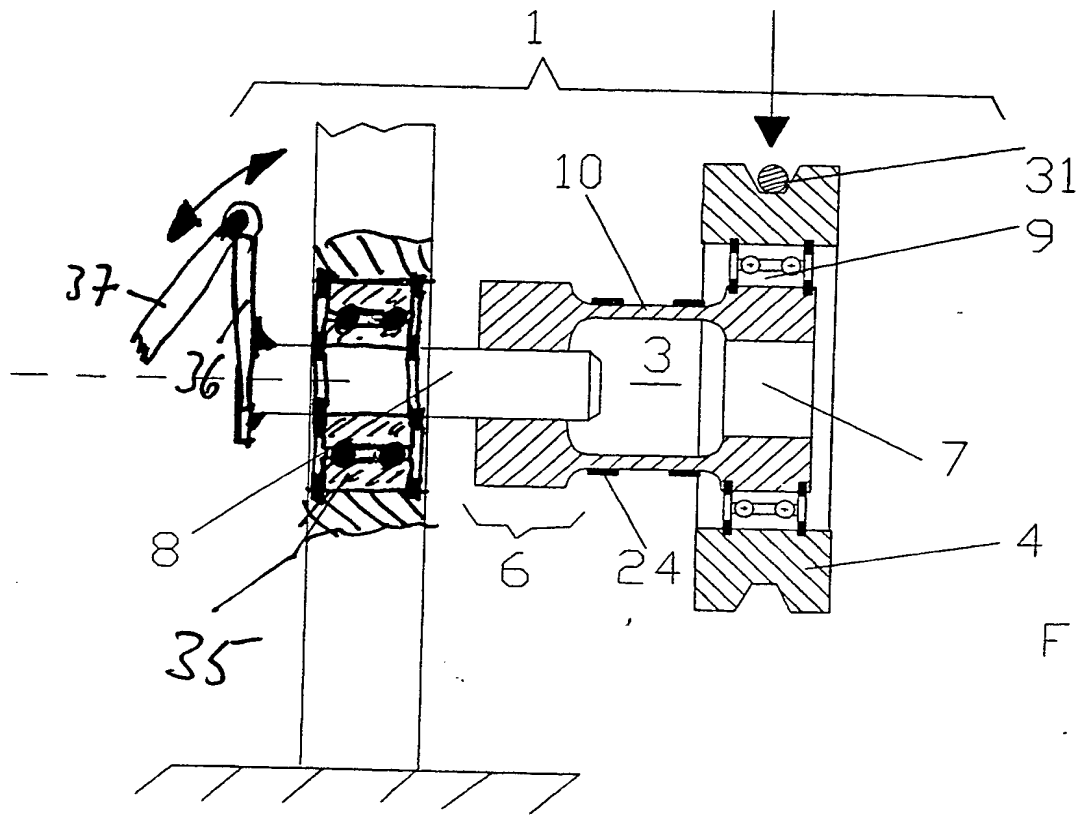
---

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

---







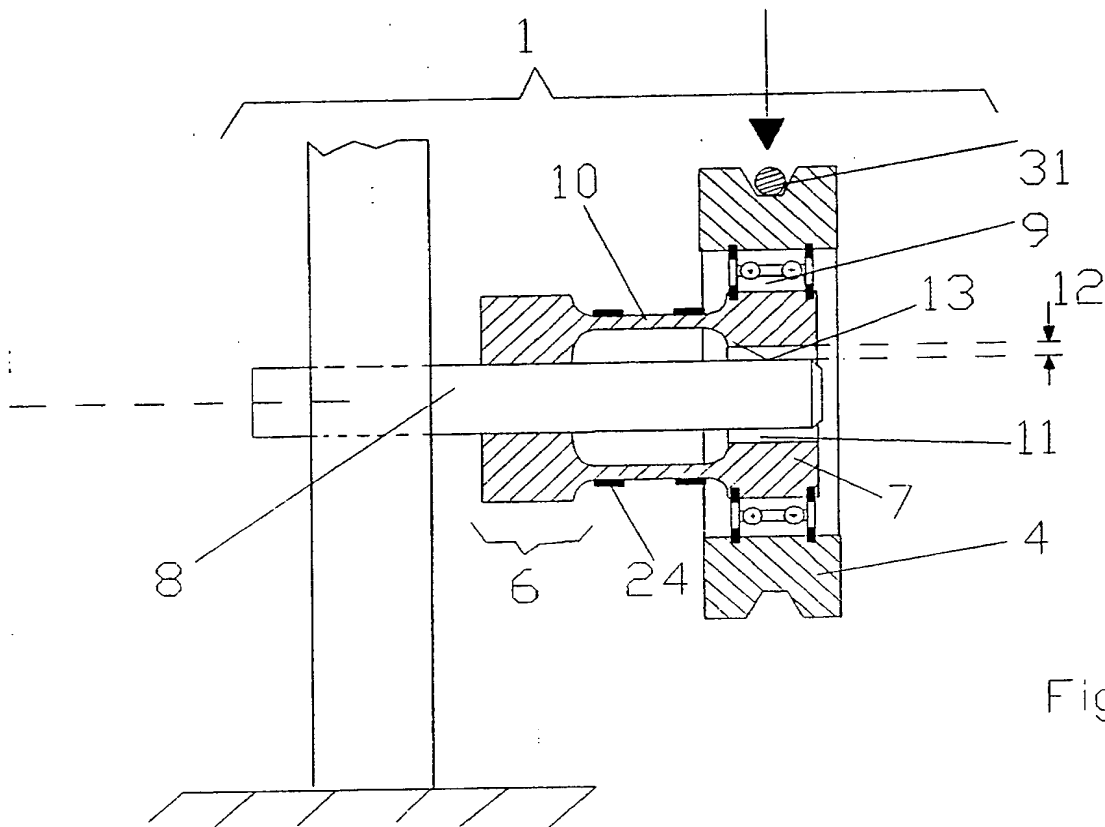
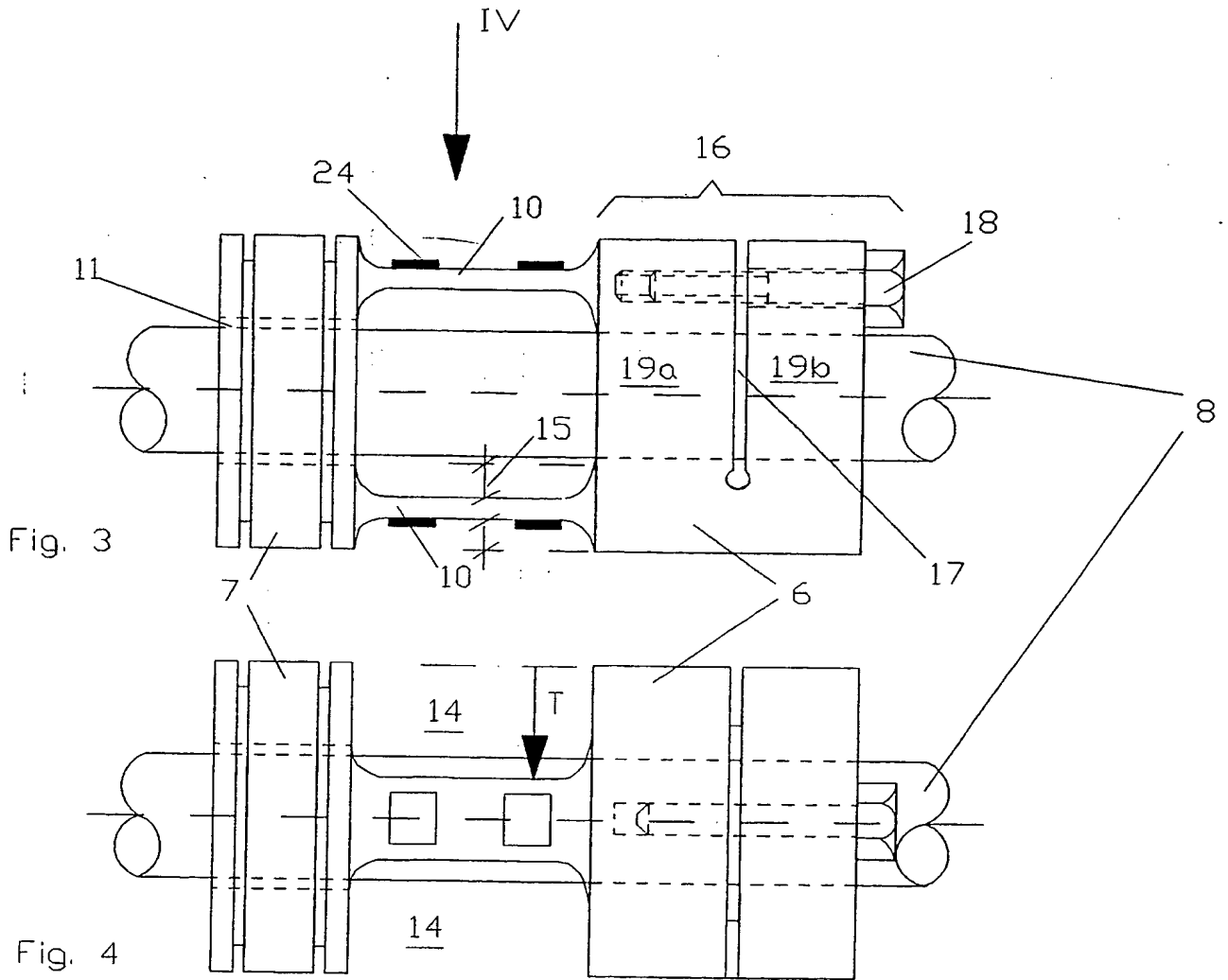
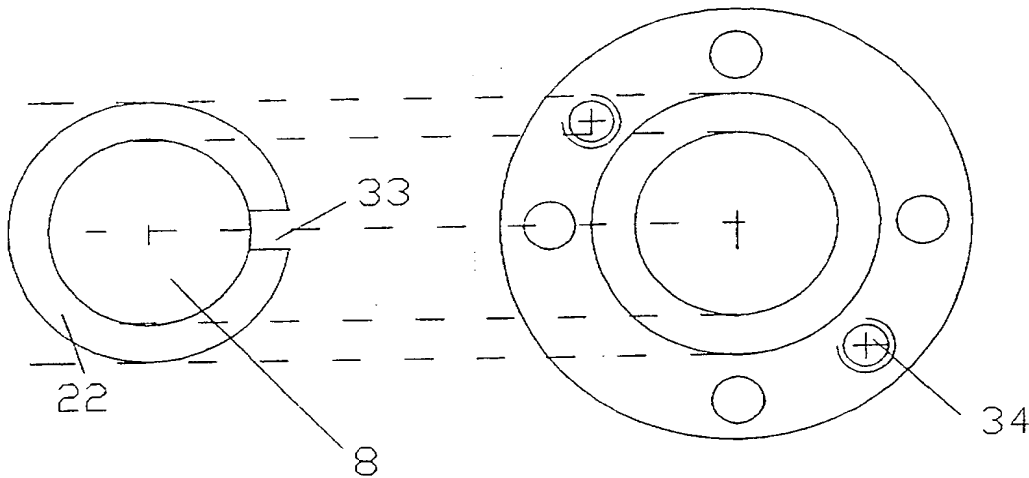
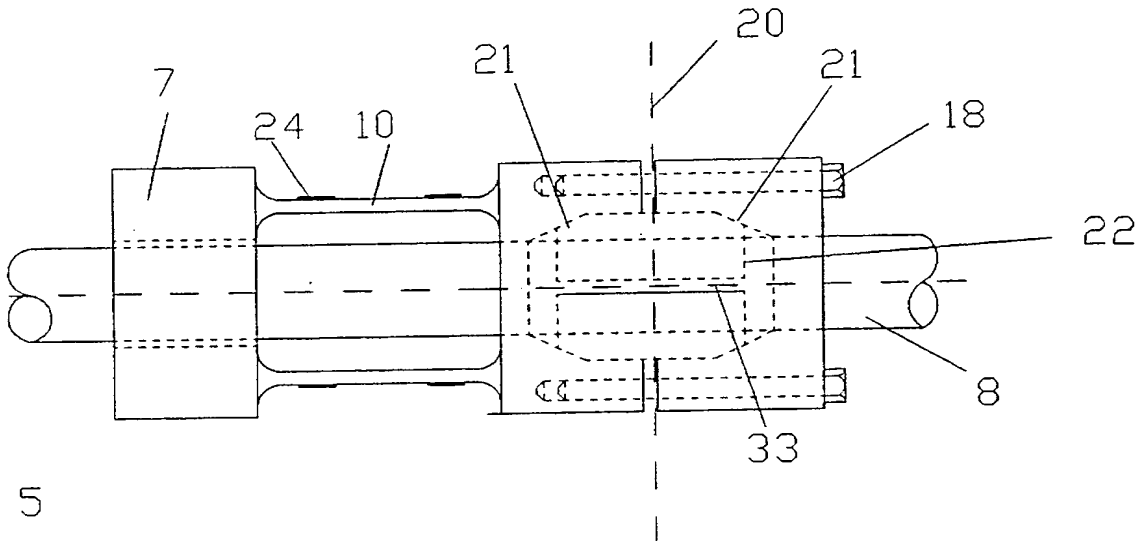
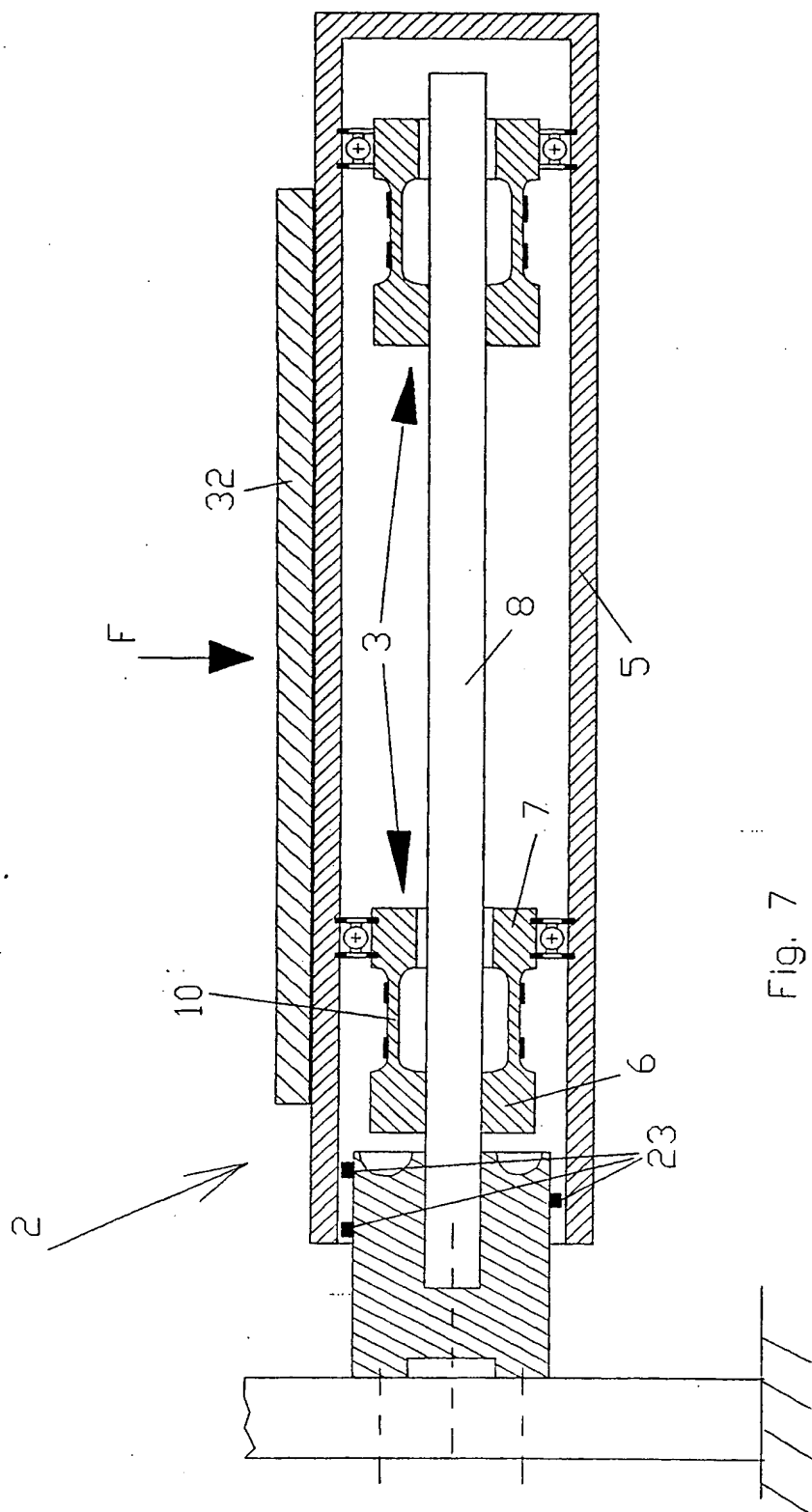
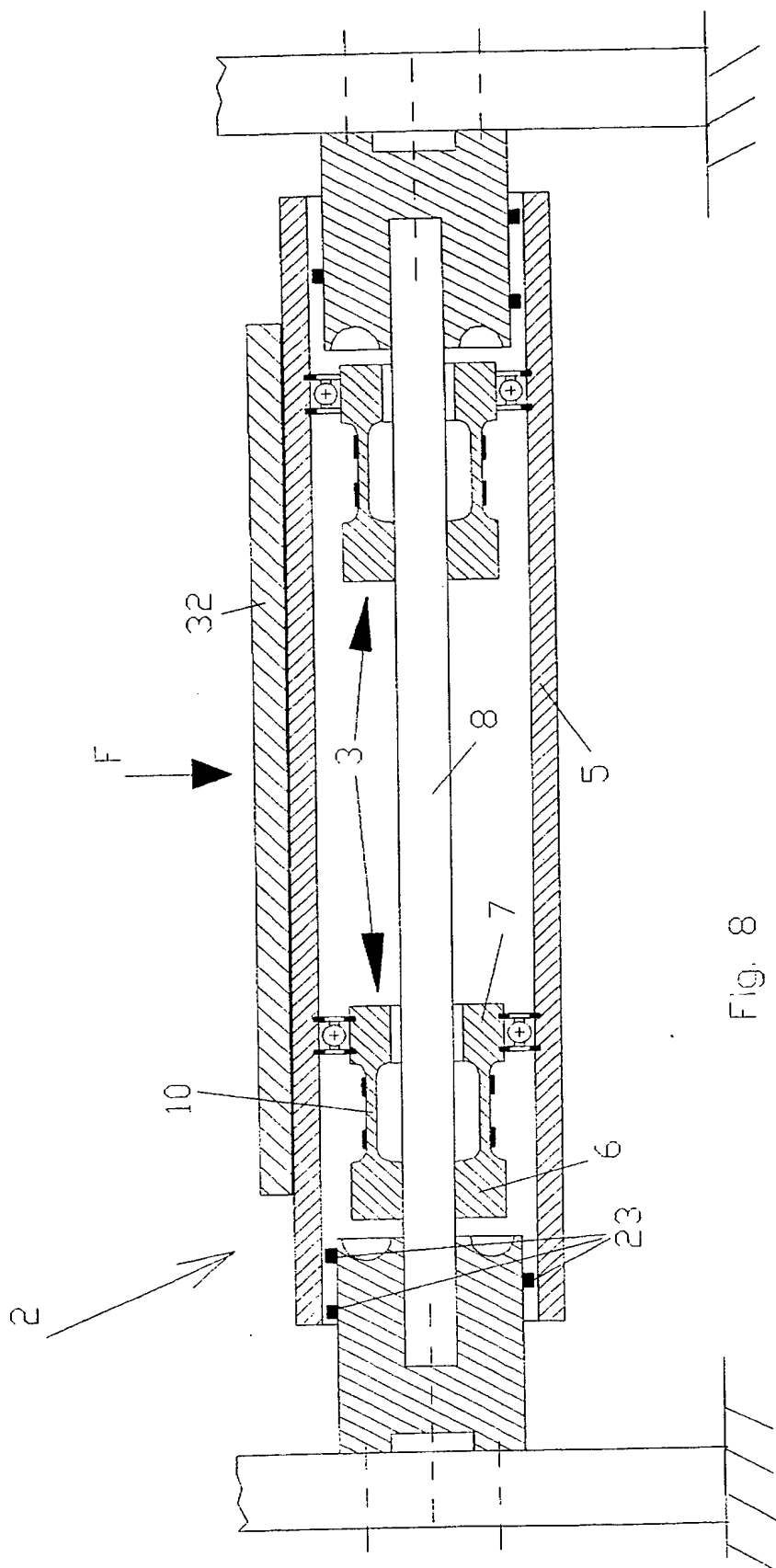


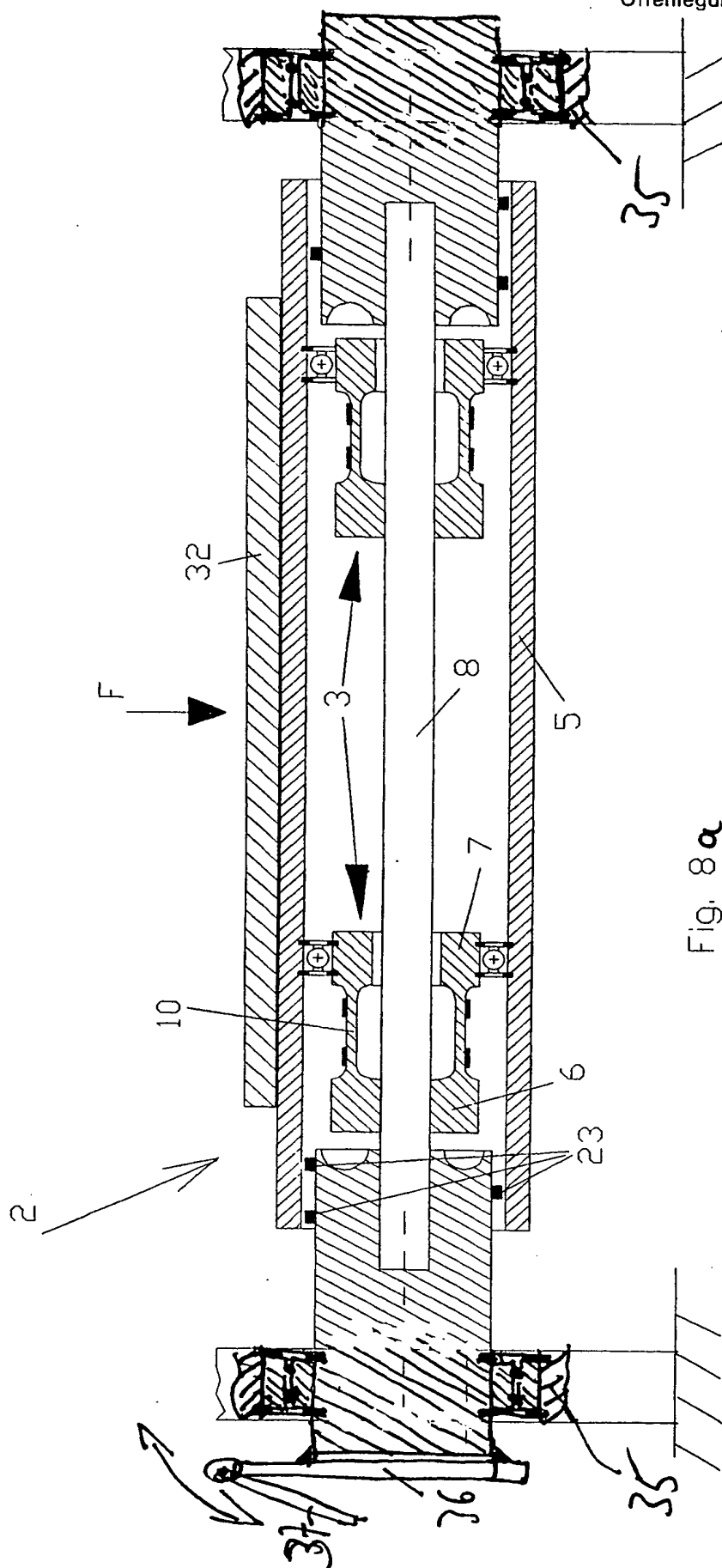
Fig. 2

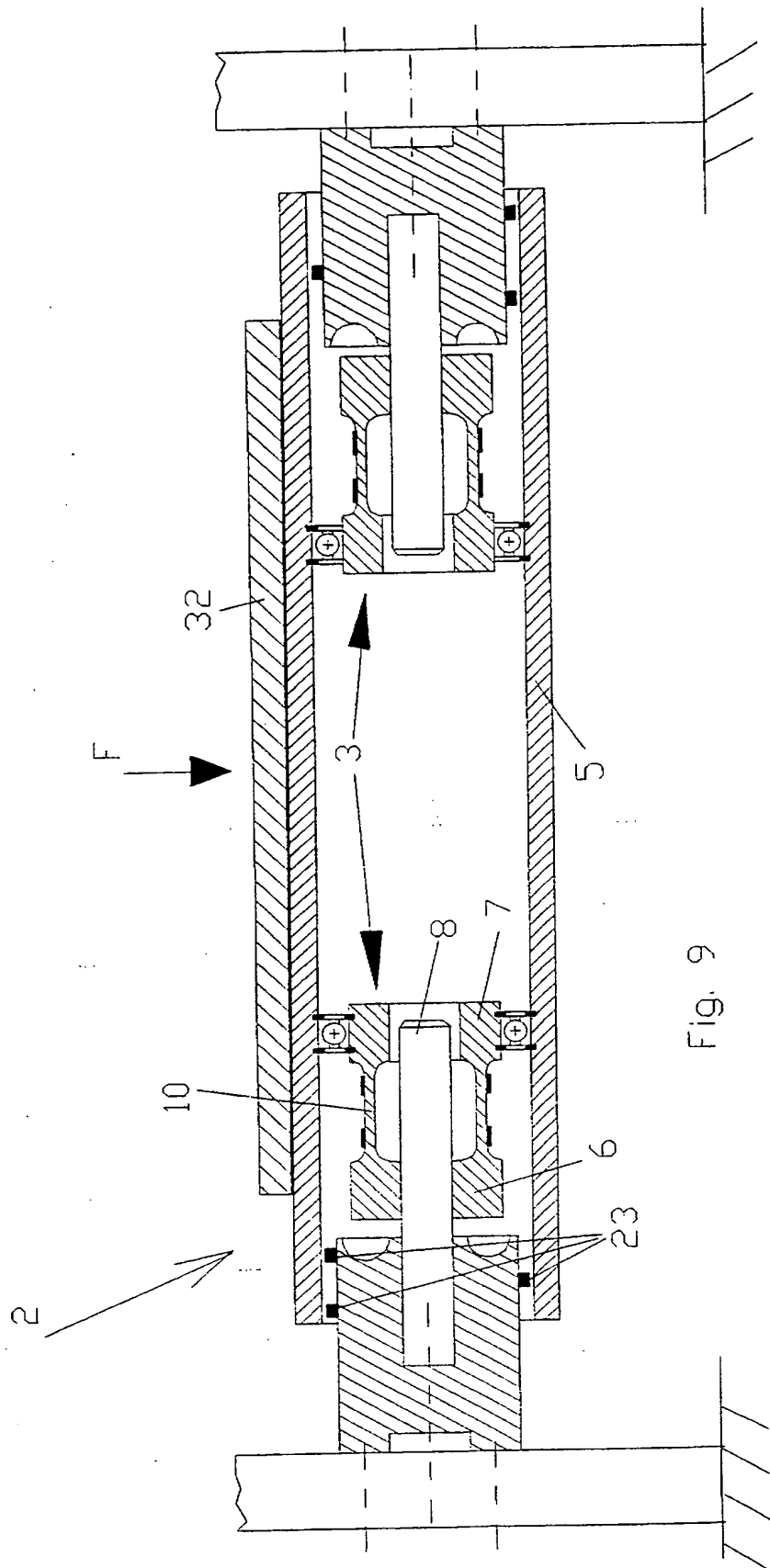




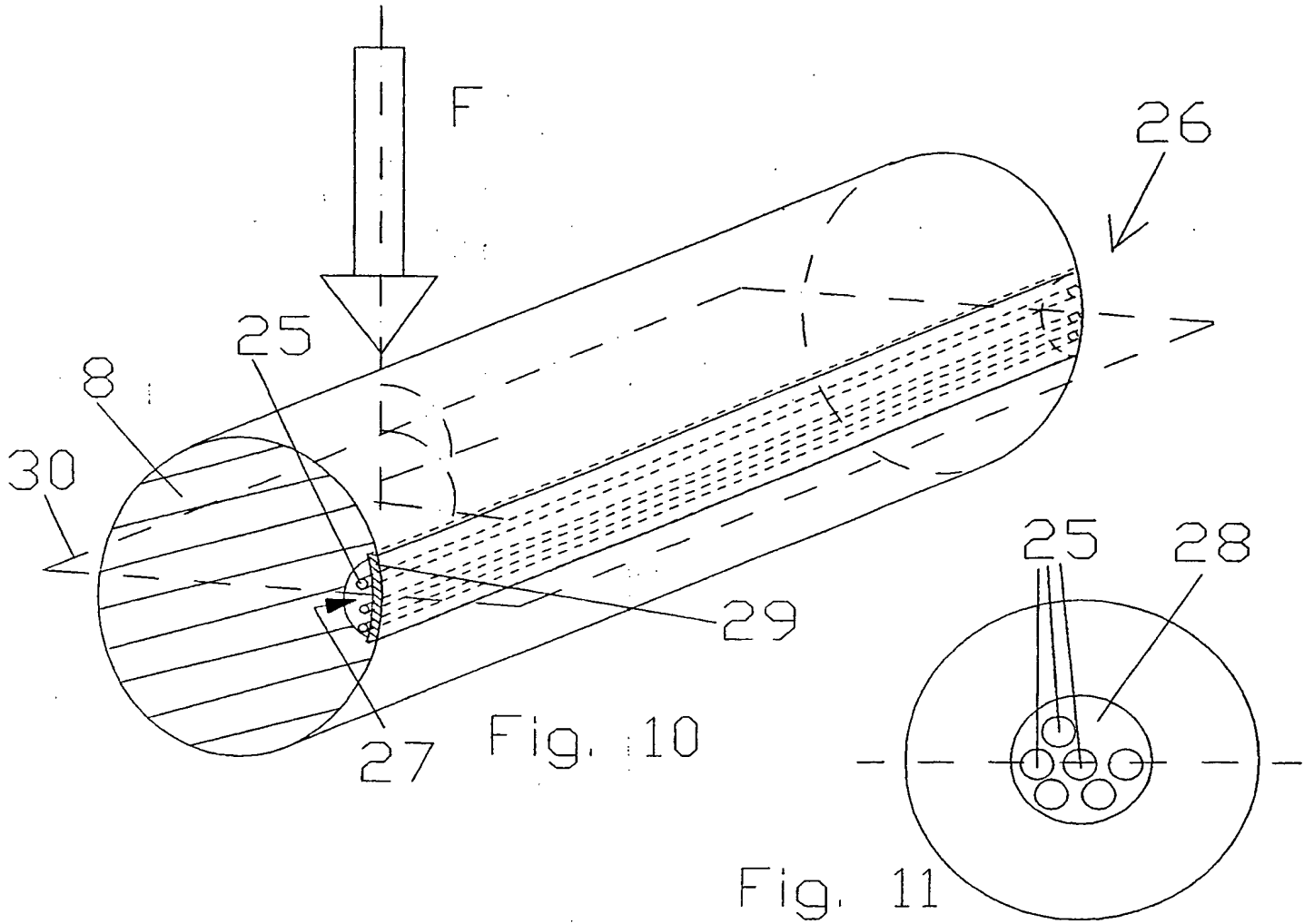












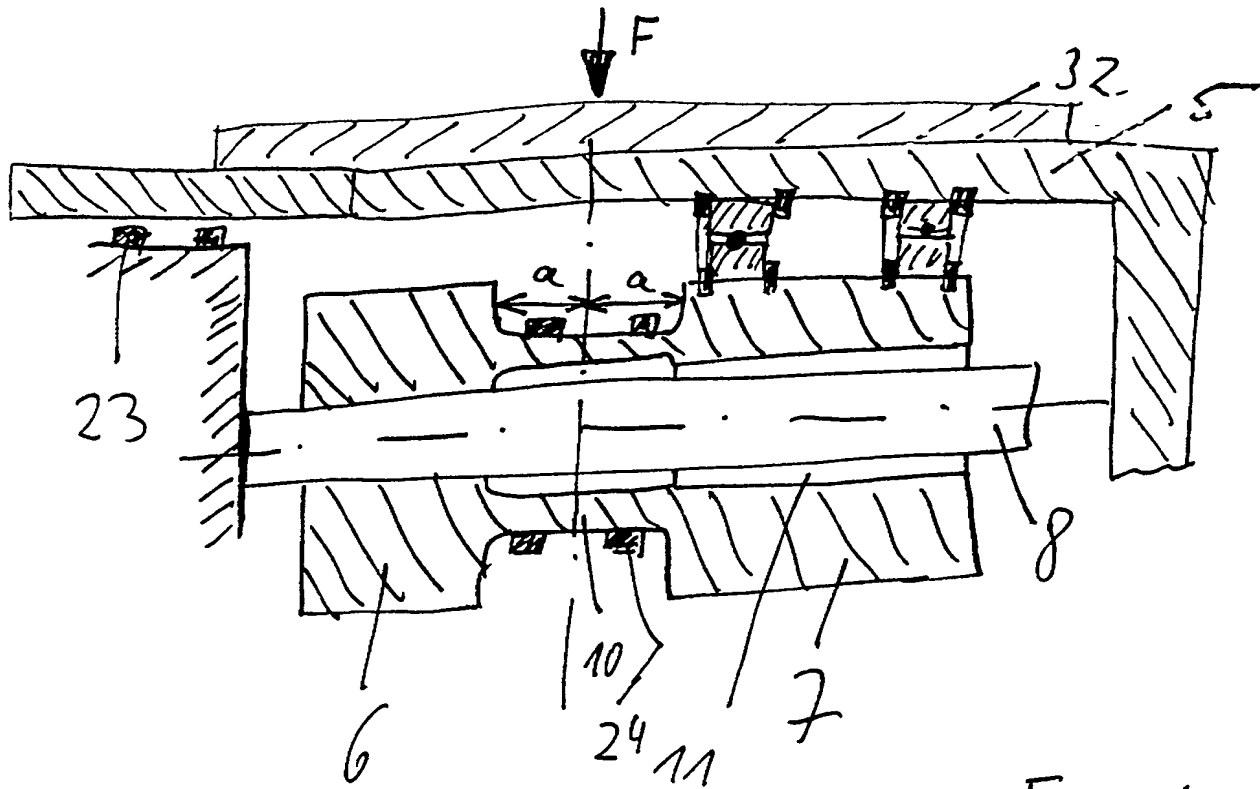


Fig. 12